

多台异规格大型龙门式起重机多维度防撞研究

吴铁成 李 宁 程海边 傅文局 陈 浩 张 杰 张 鑫
上海外高桥造船有限公司 上海 200137

摘 要：为了保障船舶行业中，多台异规格大型龙门式起重机在复杂作业环境下的安全，文章对异规格大型龙门式起重机多维度防撞技术进行了深入研究，通过对多台异规格，龙门起重机的构造，以及起重机在使用中所设计的防撞技术分析，确保龙门式起重机的安全生产。

关键词：多台异规格；龙门起重机；防撞

龙门式起重机被广泛应用于工程建设、船舶建造等各个领域，其强大的吊装能力和超高的工作效率能够极大提升工程施工质量和进度。目前随着船舶建造高效建造的需求，船舶分段模块越来越大，国内船舶企业为了发展的需要，在现有的轨道上新增大规格的龙门起重机，造成了多台、异规格龙门起重机共存的情况。为保障龙门起重机安全运行，龙门起重机的防撞必须在设计阶段予以考虑。

龙门起重机的防撞^[1]内容是保障作业安全、防止设备损坏和人员伤害的重要环节，需结合结构设计、传感技术、控制系统和管理规范等多方面进行综合考虑。本文以造船用三台大型龙门起重机分别为1000吨和2台600吨为例进行防撞研究。

1 龙门式起重机概况

龙门式起重机结构主要由八部分组成，分别为龙门式起重机横梁、刚性腿、柔性腿、上部小车、下部小车、刚腿行走机构、柔腿行走机构和维修吊组成。龙门起重机通过在地面上铺设的轨道实现纵向行走；龙门起重机横梁上部的上、下小车，在横梁上铺设的两组轨道可以实现横向移动，带动起吊物资前后左右移动。另外下小车可以在上小车内实现行走，完成起吊物资翻身功能。

2 多台不同规格、不同轨道龙门式起重机防撞设计

多台不同规格、不同轨道龙门式起重机防撞设计涉及内容较多，防撞系统设计复杂。主要包含同轨道龙门式起重机的防撞设计、不同规格不同轨道的防撞设计和起吊物和龙门式起重机自身的防撞设计^[2]。

2.1 同轨道龙门式起重机的防撞设计

同轨道龙门式起重机的防撞主要在大车行走机构上设置缓冲块、测距仪。安装缓冲装置方式，一般在起重机大车、小车运行端部安装橡胶缓冲块、液压阻尼器或弹簧式防撞块，吸收碰撞能量，防止龙门式起重机发

生碰撞安装缓冲块防撞。在龙门吊防撞杆失效后，在两台龙门式起重机上的大车行走机构上的两只缓冲块接触后，实现两台龙门式起重机的停止。安装橡胶防撞缓冲块主要是考虑到缓冲减震效果好、结构简单紧凑、环境适应性强、无需额外动力源等优点。

还有一种防撞模式为激光测距防撞。即两台同轨龙门式起重机其中一台设置测距仪、另外一台设置测距光靶，如图1所示。在控制启系统设置目标值，当激光测距达到目标值时，控制系统切断电路两台龙门式起重机的停止，实现两台龙门式起重机的停止。

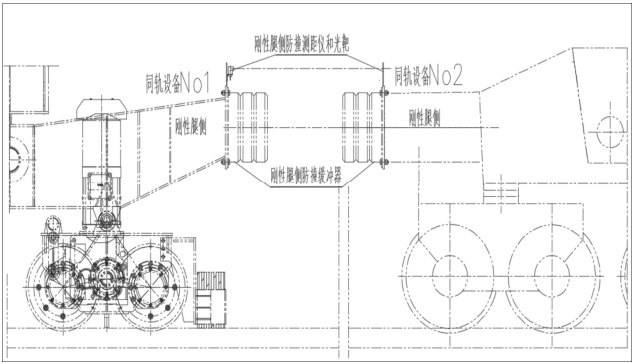


图1 龙门起重机大车行走激光测距和橡胶缓冲器

2.2 不同规格不同轨道的防撞设计

不同规格不同轨道的防撞设计比有两种工况，主要有上部小车同另一台的上部小车防撞、上部小车同另外一台的下部小车防撞^[3]。

◎上部小车同另外一台的上部小车防撞

当异轨龙门式起重机大车行走机构相互靠近时，一台龙门式起重机上部小车同另外一台的上部存在相撞的可能，也因上部小车在龙门式起重机横梁上部横向运行，异轨上部小车左右运行存在碰撞的可能。在一台龙门式起重机上部小车位置设置机械限位和激光限位附图2。

◎小车防撞、上部小车同另外一台的下部小车防撞：

当异轨龙门式起重机大车行走机构相互靠近时，一

台龙门式起重机上部小车同另外一台的下部存在相撞的可能；也因上部小车在龙门式起重机横梁上部横向运行，异轨一台龙门式起重机上部小车同另一台龙门式起

重机上的下部小车左右运行存在碰撞的可能。在一台龙门式起重机上部小车位置设置机械限位附图3。

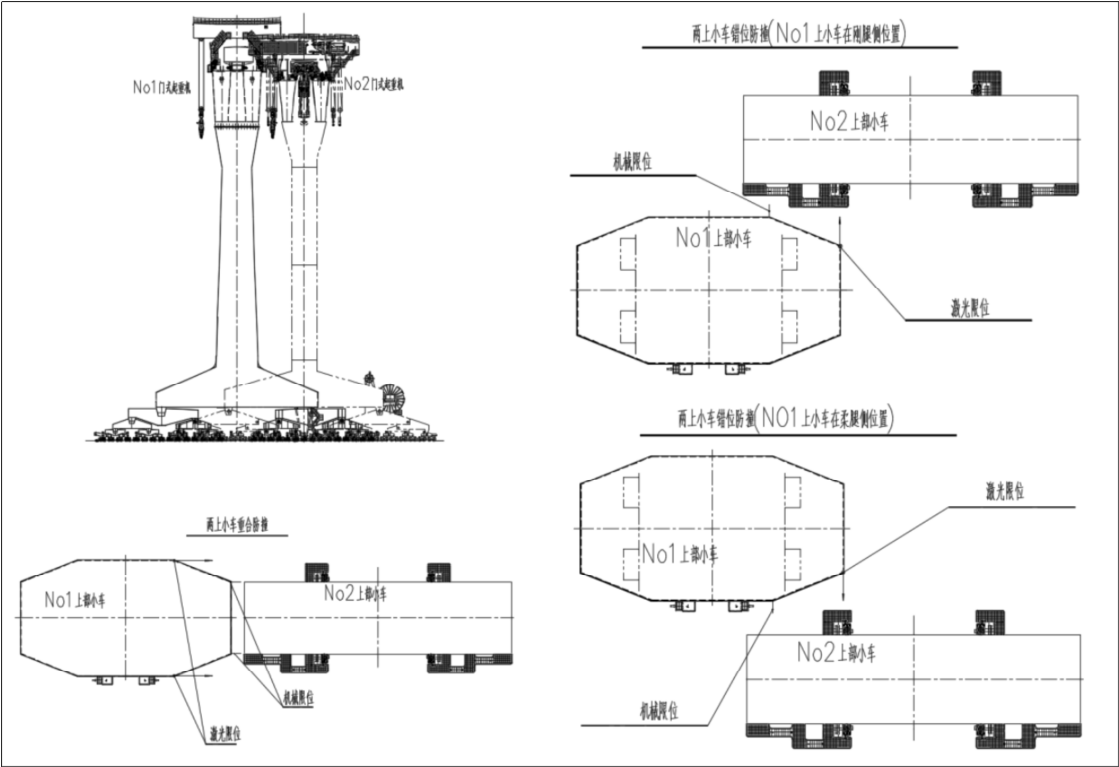


图2 异轨龙门起重机两台上小车防撞工况

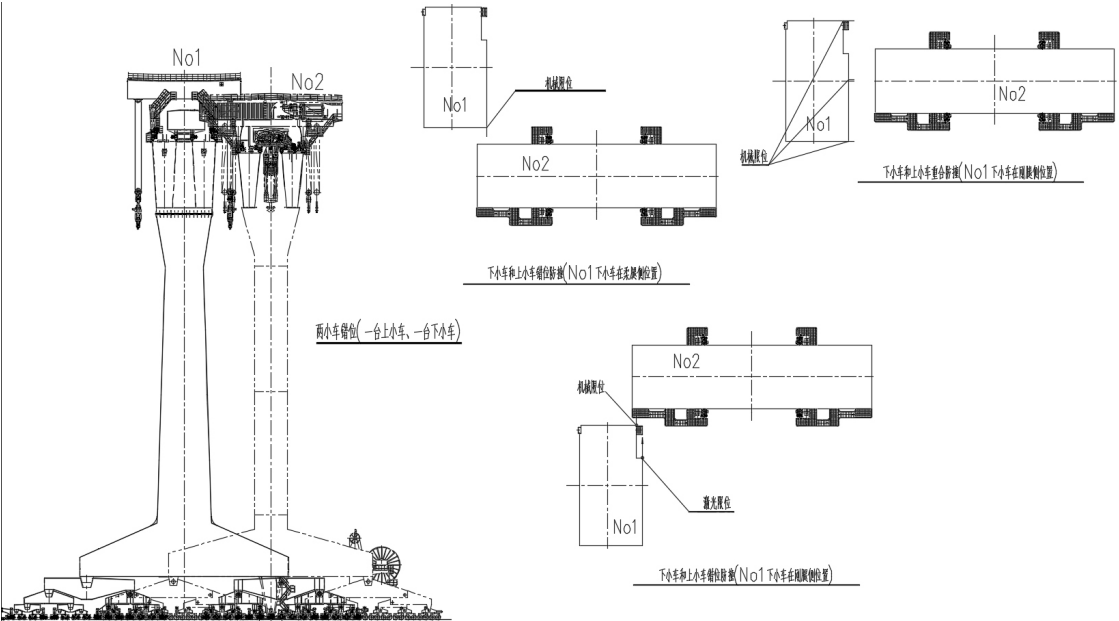


图3 异轨龙门起重机一台上小车同另一台下小车防撞工况

2.3 起吊物和龙门式起重机自身的防撞设计

当龙门式起重机起重重物时，当重物距离刚性腿或或者柔性腿小到一定范围，就有可能发生重物同刚性腿或

者柔性腿相碰撞的风险。为控制风险，在龙门式起重机的刚性腿和柔性腿分别安装激光扫描仪附图4，当吊重物进入激光扫描仪范围时，激光扫描仪触发报警，提醒作

业者防范风险，实现阻止防撞的目的。

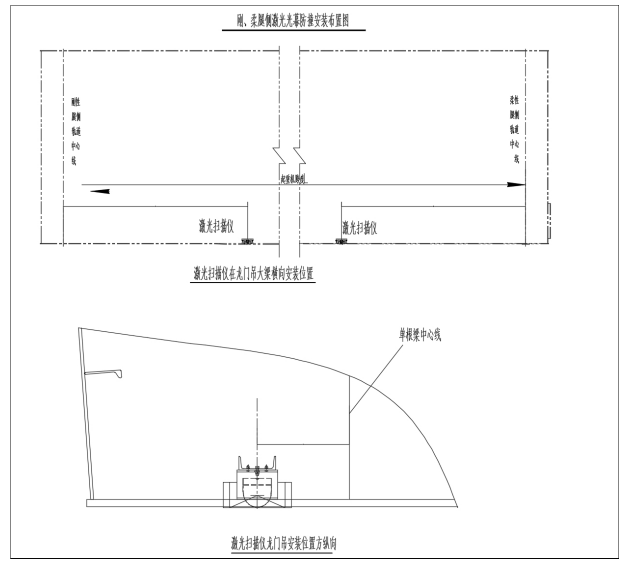


图4 龙门式起重机本体激光防撞工况

3 机械防撞和激光防撞区别

在设计阶段提出了在不同工况下的防撞设计要求，在实际实施过程中，为落实防撞设计要求，需要选用合适的防撞实现方式。目前主要的防撞设置有机械防撞和激光防撞，这是两种不同的防碰撞避免技术，主要区别体现在工作原理、精度与响应速度、适用场景及成本与维护等方面。

3.1 工作原理方面

机械防撞是物理接触触发响应。通过机械结构（如缓冲器、保险杠、弹簧等）在碰撞发生时吸收冲击力，直接物理接触后触发停机或反弹。属于被动防护保护，通常无需电力或传感器，依赖机械设计（如限位开关、弹性材料）实现保护。

而激光防撞是非接触式检测响应。利用激光传感器、激光雷达主动发射激光束，通过反射时间计算与障碍物的距离。属于主动预防保护，在碰撞发生前检测到障碍物，提前发出警报或自动停机，避免物理接触。

3.2 精度与响应速度方面

机械防撞的精度低，依赖物理接触，无法提前预警，仅在碰撞发生后响应。具有延迟性高，响应速度受机械结构惯性影响，可能无法应对高速场景。激光防撞检测精度高，可检测毫米级距离变化，提前识别障碍物

（如检测距离可达数米）。激光防撞能够实现实时响应，电子信号处理速度快（毫秒级），适合高速或精密设备。

3.3 适用场景方面

机械防撞适用于低速、高冲击环境（如起重机、电梯），运行条件（粉尘、油污、高温等干扰传感器的环境）恶劣。激光防撞适用于需要预防性保护的场景（如自动驾驶）。运行环境良好、整洁，但易受控环境（激光易受强光、反射面干扰）影响。

3.4 成本与维护方面

机械防撞常用于低成本条件，结构简单，维护方便（更换缓冲部件即可），机械防撞具有耐久性高的特点，无电子元件，抗干扰能力强。激光防撞高成本较高，传感器和控制系统昂贵，需定期校准。激光防撞对于环境敏感性高，灰尘、雾气可能影响激光性能，需清洁维护。

机械防撞功能单一，仅限物理防护，无数据记录或智能调整能力。而激光防撞可集成智能化功能（如动态避障路径规划、距离数据记录、多级报警等）。如在大型龙门起重机地面防撞设计时，考虑到地面运行环境复杂，选用了耐用、经济的、实时性要求低的机械式防撞；而在起重机自身的高空防撞设计中选用了高精度需求、主动避障、智能化场景要求高的激光雷达防撞设计。

结论：龙门起重机作为重要的关键设备，在设计阶段，需要树立“预防为主、多层防护”为原则。本文研究设计的多台异规格龙门式起重机多维度防撞内容，已应用于企业龙门式起重机的防撞措施中。多维度的防撞措施应用，有效的控制龙门起重机使用安全风险减少了安全风险，保障企业重点设备的安全使用。

参考文献

- [1]李国成,李鑫,滕人鹏,辛韵.大型室外起重机立体防碰撞预警方案论证及成果[J].工程机械与维修,2020(S01):4.
- [2]李鹏,王子庆,赵连远,等.船厂龙门吊,塔吊防碰撞系统的设计应用[J].建筑安全,2020,35(9):3.
- [3]杨佩蓓.龙门吊小车防撞方案[J].流体测量与控制,2022(001):003.